

バギー車を利用した間伐作業

木 幡 靖 夫

農家林家などに多い小面積の林分では、大型で高価な高性能林業機械を用いた間伐作業が困難な場合が多い。こうした林分では、小型で比較的安価な機械を活用した間伐作業システムの適用が有効と考えられる。また、従来農家林家では自家労力を活用して森林作業を行ってきたが、ここでも労働者の減少・高齢化は深刻な問題となっている。このため、若手後継者の確保につながる新しい作業システムの登場が待ち望まれている。

そこで、小規模林分における間伐作業の促進と若手後継者（担い手）の確保を図るため、バギー車を利用した間伐作業システムを開発した。

バギー車を選んだ理由

バギー車は、一般に三輪あるいは四輪タイプのオフロード用車両で、海岸や砂漠などの砂地を走行するレジャー用の小型車両として知られている（写真－１）。また、そのような悪条件の場所を走行することから、外国ではATV（不整地走行車を意味するAll Terrain Vehicleの頭文字）とも呼ばれている。

このバギー車に着目した理由は、第一に「小型で価格も比較的安いため、農家林家が購入する場合でも経済的な負担は少ない」、第二に「アウトドア感覚あるいはスポーツ感覚で作業を進められるため、森林作業のもつ3Kイメージを払拭できる」、第三に「小型・軽量で低圧タイヤを装着しているため、運転操作が容易で周辺環境にやさしい作業が期待できる」と考えられたからである。加えて、機械化林業の先進地である北欧では実際にバギー車が森林作業に利用されており、4年おきに開催される国際林業機械展では小規模林業に適用できる機械の一つとして展示されている（写真－２）こともバギー車を導入する契機となった。



写真－１ システム開発に用いた四輪タイプのバギー車

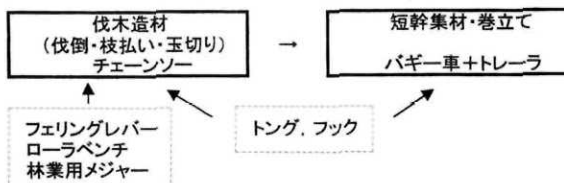


写真－２ エルミアウッド97(スウェーデン)に展示されたバギー車

作業システムの概要

システムの開発にあたり、いくつかの条件を設定した。すなわち、対象作業は農家林家が所有する面積1ha未満の小規模林分において、若手後継者が農閑期や週末、休日を利用して実施する小径木の間伐作業とした。また、個々の作業者が余暇時間や体力に合わせて作業計画や作業内容を決定することができるようワンマン作業とした。さらに、伐出コスト中に占める機械損料やオイルなどの油脂費をできるだけ少なくするため、作業に必要な機械類の合計価格は100万円以内にとどめること、作業を快適に進めるため後述するローラベンチやトンゲなどの補助具も活用することにした。以上の条件のもとで、図-1に示す内容の短幹作業システムと全幹作業システムを開発した。前者のシステムは伐倒・枝払い・玉切りからなる伐木造材と集材・巻立ての2工程、後者は伐倒・枝払いからなる全幹伐倒、集材、玉切り・巻立ての3工程で構成される。なお、バギー車のアタッチメントとして使用するトレーラとサルキ（全幹材の元口部を載せ半地引き集材する道具。写真-5参照）は、いずれも現場において設計・試作したものである。

短幹作業システム



全幹作業システム



図-1 バギー車を利用した間伐作業システム

注：点線で囲んだ部分は各工程で使用する補助具

図-1に示す内容の短幹作業システムと全幹作業システムを開発した。前者のシステムは伐倒・枝払い・玉切りからなる伐木造材と集材・巻立ての2工程、後者は伐倒・枝払いからなる全幹伐倒、集材、玉切り・巻立ての3工程で構成される。なお、バギー車のアタッチメントとして使用するトレーラとサルキ（全幹材の元口部を載せ半地引き集材する道具。写真-5参照）は、いずれも現場において設計・試作したものである。

バギー車の仕様と登坂能力

今回、バギー車を利用した間伐作業システムの開発や実証試験に用いた機種は、国産のK社製KLF400Bである（写真-1参照）。その大きさは全長2.0m、全幅1.1m、全高1.1m、車両重量272kgで、エンジンは水冷391ccガソリンエンジン、最大出力25馬力である。これらの仕様をみると、バギー車はフォワーダやスキッドなど集材作業に用いられる高性能林業機械と比べて極めてコンパクトな機械であることがわかる。走行は四輪駆動方式で、空気圧0.3～0.4kg/cm²の低圧バルーンタイヤを装着している。

このバギー車にトレーラを装着し、林内、集材路、林道、積雪路において空荷、積荷別に登坂走行試験を行った（写真-3）。その結果、いずれの路面状況でも空荷状態であれば傾斜10度程度まで無理な



写真-3 積雪路における登坂走行試験のようす

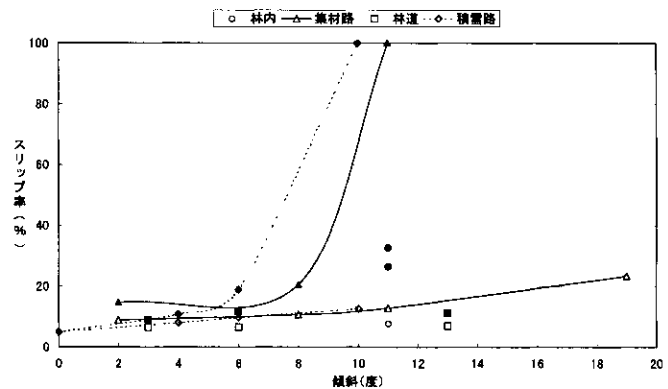
く走行できること、積載時（積載量0.1～0.3m³）は林内および集材路ではおよそ8度の登坂が限界であること、積雪路ではさらに登坂能力が低下することがわかった（図－2）。これらの結果から、積載時の登坂能力はさほど大きくないので、傾斜地では下りながら集材する方法が得策と考えられた。

作業システムの特徴と生産性

平坦地にある林齢31年生のトドマツ人工林において、開発したシステムの実証試験を行った。間伐方法は1伐3残の列状間伐としたが、一部では定性間伐も実施した。間伐木の平均胸高直径は12cmで、木寄せや積込みを人力で行う本システムにとっては作業適地といえる場所であった。

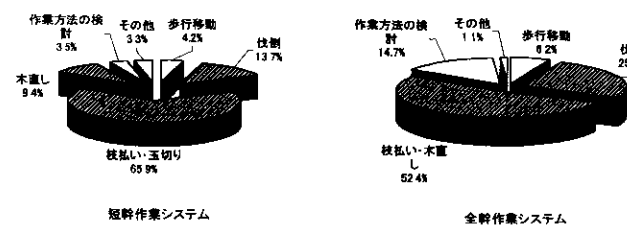
短幹、全幹両作業システムの特徴を明らかにするため、各工程で要素作業別の時間計測を行った。伐木造材工程についてみると、短幹作業システムでは労働強度が大きいとされる伐倒、枝払い・玉切り、木直し時間の合計が全体の89%を占めていた（図－3の左側）。このような状況は全幹作業システムにおいても同様であり、伐倒、枝払い・木直しが全体の78%を占めていた（図－3の右側）。ただし、全幹作業システムでは集材の後で玉切りを行うため、チェーンソー作業を連続して行うことが避けられる。したがって、チェーンソー操作が不得手な人や体力のない人が、作業を楽に進めたいという場合には全幹作業システムが適していると考えられる。

次に集材工程をみてみよう。短幹作業システムでは、トレーラへの丸太の積込みと荷おろしに要する時間が全体の62%を占めた（図－4の左側）。これに対し、ここでは平均集材距離215mと長かったにもかかわらず、バギー車に乗車している（空荷・積荷走行）時間の割合は32%と比較的少なかった。本システムでは、短い丸太をトレーラに積載して走行するため（写真－4）、林内でも比較的スムーズに走行することができた。全幹作業システムでは、ハンドウィンチを利用して全幹材をサルキに積み込んだ。林内での荷掛け・積込み、土場での荷おろしに要した時間は全体の45%で、特に荷おろしは短幹作業システムと比べて短時間で終了できた（図－4の右側）。しかし、長さ約10mの全幹材をけん引して



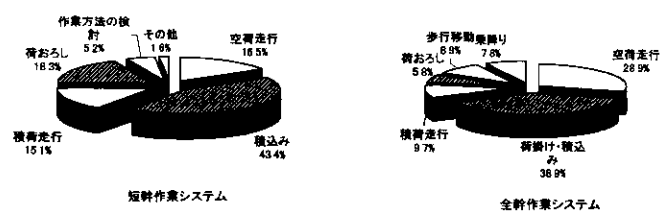
図－2 走行条件とスリップ率

注. スリップ率が15%を超えるとけん引効率が低下する。なお、同じ記号で白抜きは空荷走行、黒塗りは積荷走行を示す。また、図中の曲線はだまかな傾向をみるためにデータポイントを平滑線でつないだものであり、相関分析に基づく近似曲線ではない。



図－3 伐倒工程における要素作業時間の構成状況

注. 作業時間の合計と処理材積は、短幹作業システム7,518秒、0.31m³、全幹作業システム1,541秒、2.24m³である。



図－4 集材工程における要素作業時間の構成状況

注. 作業時間の合計と処理材積は、短幹作業システム6,514秒、0.42m³、全幹作業システム1,578秒、2.14m³である。



写真-4 短幹作業システムにおける集材作業



写真-5 全幹作業システムにおける集材作業

走行するため（写真-5）、残存木の損傷を防止するための迂回や木直しがたびたび発生した。したがって、集材距離が長くなるような場所では全幹集材は不利と考えられる。

なお、1回当たりの平均集材量は短幹の場合で約 0.3m^3 、全幹で 0.2m^3 あった。また、集材中のバギー車の林内走行速度は $4\sim 6\text{km/h}$ であった。ただし、路面条件の良い林道では 10km/h 以上で走行することができた。

実証試験の結果から得られた伐木から山土場巻立てまでの生産性は、短幹作業システムが $0.35\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{時}$ 、全幹作業システムが $0.41\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{時}$ となった（図-5）。後者の集材距離が短かったことを考慮すると、両者の生産性に大差はないといえよう。したがって、作業実施者の体力や集材距離などの作業条件に応じて、いずれかのシステムを選択できると考えられる。また、ここで得られた生産性はトラクタによる従来方式と比べて $70\sim 80\%$ の値であった。バギー車という小型機械を使っているにもかかわらず、大型機械に匹敵する生産性をあげている点は高く評価されよう。

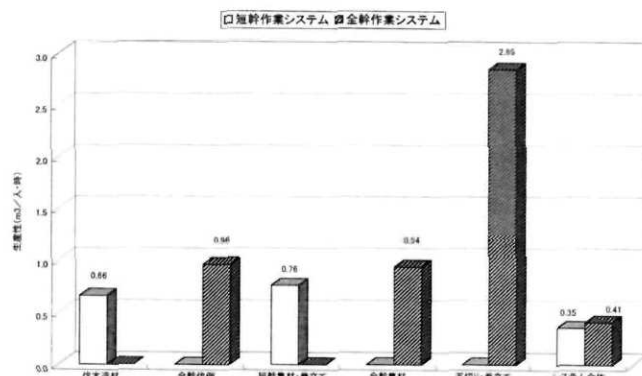


図-5 実証試験で得られた生産性

補助具の活用

バギー車を利用した間伐作業システムで活用できる補助具には、フェリングレバー、ローラベンチ、林業用メジャー、ハンドウィンチ、 Tongue, フックがある。これらの補助具は、労働強度の軽減に役立つばかりではなく、安全かつ効率的な作業を実現する上でも極めて有効といえる。そこで、これらの使用方法や機能等について簡単に紹介しよう。

フェリングレバーは伐倒時、追口に差し



写真-6 フェリングレバーを使った伐倒作業

込んで使用するもので、伐倒方向を正確に定めると同時に作業の安全性も高めることができる（写真－6）。ローラベンチは枝払い時に使用するもので、この上に間伐木を伐倒し、楽な腰高の姿勢で枝払い作業を行うことができる（写真－7）。林業用メジャーは測尺に用いる道具で、伐倒木の元口にメジャーのフックをかけ、一人でも梢端に向かって枝払いしながら採材位置に印を付けていく作業が可能である（写真－8）。測尺終了後、メジャーを強く引くと自動的にケースの中に巻き込まれる。ハンドウィンチは全幹材をサルキに木寄せし、積込みする際に用いる器具である（写真－9）。軽い力で重い全幹材を動かすことができる。トングとフックは短幹材の積込み、荷おろしに使う道具で、つかみにくい丸太を確実につかんで持ち上げることができる（写真－10）。



写真－7 ローラベンチを使った枝払い作業



写真－9 ハンドウィンチによる全幹材の木寄せ作業



写真－8 林業用メジャーを使った測尺



写真－10 短幹材の積込み、荷おろしに使用されるトング(左側)とフック

おわりに

バギー車の操作は比較的簡単で安全性も高いことから、森林作業の未経験者や女性でもアウトドア感覚で気軽に間伐作業を行うことができると考えられる。試験結果から、バギー車を利用した間伐作業システムの生産性を $0.4\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{時}$ 、すなわち1日当たり 2.4m^3 とすると、1ha当たり 20m^3 程度の間伐を行うために要する日数は8～9日が目安となろう。

なお、この作業システムをより安全で快適に進めるための留意点として、労働強度の大きなチェーンソー作業や丸太の積込み、荷おろし作業を長時間連続して行わないこと、面倒がらずに補助具を積極的に使用すること、集材距離がある程度長い場所で使用しバギー車に乗車する時間を増やして疲労回復や気分転換を図ることなどがあげられる。また、ヘルメットや手袋を着用して安全性を確保するとともに、アウトドア用の救急セットを携帯することも忘れてはならない。

最後に、当场ではバギー車とアタッチメントの貸出、ならびに作業システムの指導を行っている。ここで紹介した内容に興味を持たれ、試しにやってみようと思われた方は当场まで連絡をいただきたい。

(経営科)